

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-263322

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/027 G03B 27/32 G03F 7/20 G03F 7/20

(21)Application number : 06-072840

(71)Applicant : SOLTEC:KK

(22)Date of filing : 18.03.1994

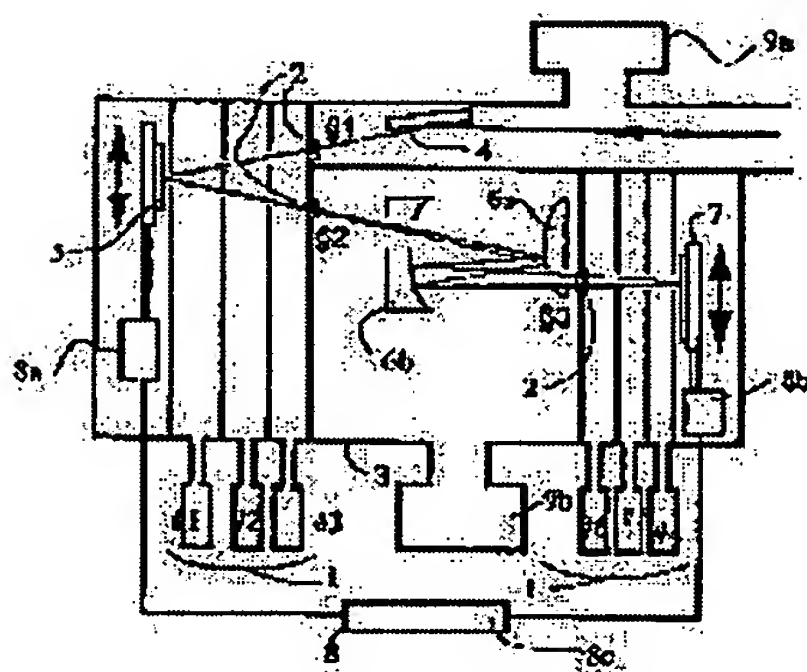
(72)Inventor : OIIZUMI HIROAKI

(54) STEPPER USING EXTREME ULTRAVIOLET RAYS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a stepper which uses extreme ultraviolet rays and is not deteriorated in exposure accuracy, exposure throughput, and working efficiency.

CONSTITUTION: Differential exhaust mechanisms 1 and thin film windows 2 are respectively provided between a space in which a lighting optical system 4 using extreme ultraviolet rays for exposure is positioned and another space in which a mask 5 on which an exposure mask is drawn is provided, between a space in which image forming optical systems 6a and 6b which form the images of the exposure pattern by reduction-projecting the pattern are arranged and the space in which the mask is provided, and between a space in which a wafer 7 having a surface on which the image of the pattern is formed by reduction projection and the space in which the optical systems 6a and 6b are arranged so as to separate the spaces from each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.01.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2691865

[Date of registration] 05.09.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 05.09.2003

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-263322

(43)公開日 平成7年(1995)10月13日

(51) Int.Cl. ^o	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32		F		
G 0 3 F 7/20	5 0 2			

H 0 1 L 21/ 30 5 3 1 A
 5 1 8

審査請求 有 請求項の数12 FD (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-72840

(22)出願日 平成6年(1994)3月18日

(71)出願人 000132770

株式会社ソルテック

東京都文京区湯島3丁目31番1号

(72)發明者 老泉 博昭

東京都文京区湯島3丁目31番1号 株式会社ソルテック内

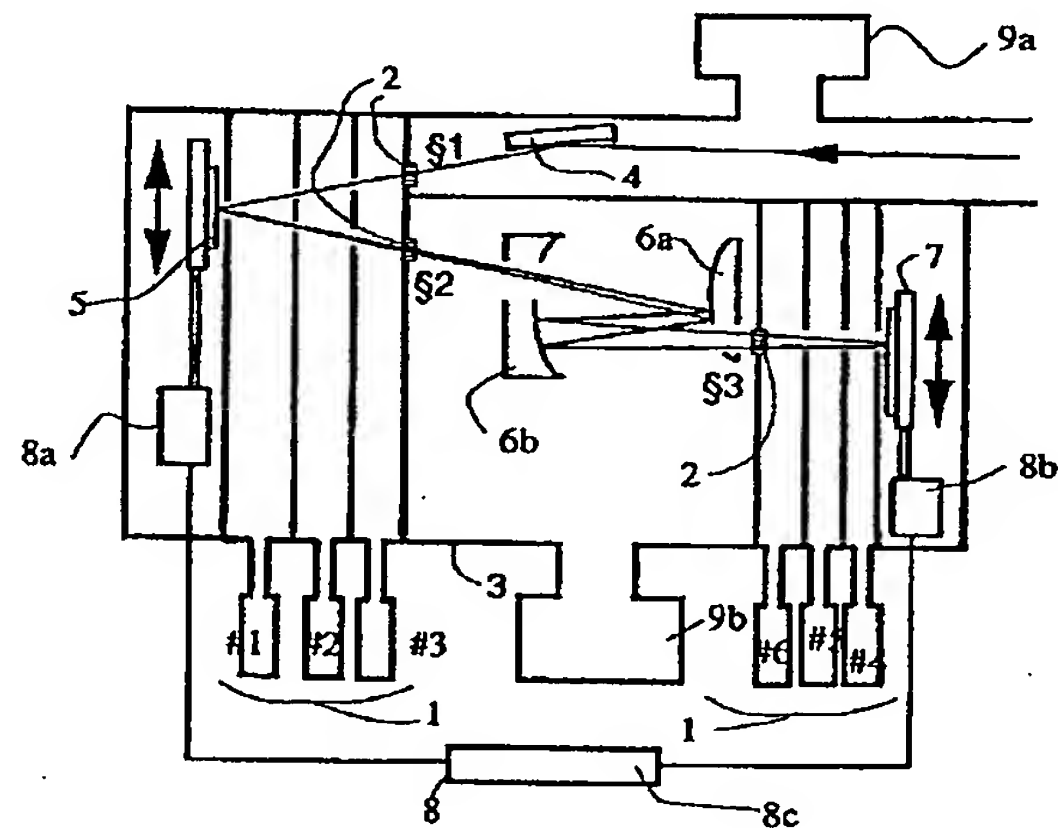
(74)代理人 弁理士 吉原 省三 (外1名)

(54) 【発明の名称】 極紫外線縮小投影露光装置

(57) 【要約】

【目的】 露光精度、露光スループット、作業効率の低下を来すことのない極紫外線縮小投影露光装置の構成を提案せんとするものである。

【構成】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系4が配置される空間と露光パターンの描かれたマスク5が配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系6 a、6 bが配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有するウェハ7が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、差動排気機構1及び薄膜窓2を設け、これらの空間の間を分離している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、差動排気機構又は薄膜窓の少なくとも一つを設けてこれらの空間の間を分離したことを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 2】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、差動排気機構又は薄膜窓の少なくとも一つを設けてこれらの空間の間を分離すると共に、更に光路途中にビームモニタを設け、該ビームモニタと前記照明光学系とを連係制御することを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 3】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、少なくとも薄膜窓を設けてこれらの空間の間を分離すると共に、該薄膜窓の前後に少なくとも一対のビームモニタを設けることを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 4】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、少なくとも薄膜窓を設けてこれらの空間の間を分離すると共に、該薄膜窓の前後に窓付きゲートバルブを設けることを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 5】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、差動排気機構又は薄膜窓の少なくとも一つを設けて、これらの空間の間を分離すると共に、露光領域を広げるために輪帯照明領域に対するマスクと前記

試料の同期走査機構が設けられたことを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 6】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、差動排気機構又は薄膜窓の少なくとも一つを設けてこれらの空間の間を分離し、且つ露光領域を広げるために輪帯照明領域に対するマスクと前記試料の同期走査機構を設けると共に、マスク配置空間及び／又は試料配置空間に圧力センサ設けて該圧力センサと前記同期走査機構とを連係制御することを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 7】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、差動排気機構又は薄膜窓の少なくとも一つを設けてこれらの空間の間を分離し、且つ露光領域を広げるために輪帯照明領域に対するマスクと前記試料の同期走査機構を設けると共に、更に光路途中にビームモニタを設け、該ビームモニタと前記照明光学系とを連係制御することを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 8】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、少なくとも薄膜窓を設けてこれらの空間の間を分離し、且つ露光領域を広げるために輪帯照明領域に対するマスクと前記試料の同期走査機構を設けると共に、該薄膜窓の前後に少なくとも一対のビームモニタを設けることを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 9】 露光々に極紫外線の用いられる照明光学系が配置される空間と露光パターンの描かれたマスクが配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系が配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、少なくとも薄膜窓を設けてこれらの空間の間を分離し、且つ露光領域を広げるために輪帯照明領域に対するマスクと前記試料の同期走査機構を設けると共に、該薄膜窓の前後に窓付きゲートバルブを設けることを特徴とする極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項 10】 請求項第 1 項乃至第 9 項記載の極紫外

線縮小投影露光装置において、マスク配置空間と試料配置空間とを同一空間にしたことを特徴とする請求項第1項乃至第9項記載の極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項11】 請求項第1項乃至第10項記載の極紫外線縮小投影露光装置において、照明光学系配置空間と結像光学系配置空間とを同一空間にしたことを特徴とする請求項第1項乃至第10項記載の極紫外線縮小投影露光装置。

【請求項12】 請求項第1項乃至第11項記載の極紫外線縮小投影露光装置において、マスク配置空間及び／又は試料配置空間を、大気圧または減圧雰囲気としたことを特徴とする請求項第1項乃至第11項記載の極紫外線縮小投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、リソグラフィ技術や、マイクロメカニクス分野において、半導体素子や量子効果素子等のULSIの製造、或いはマイクロロボット用部品の製造でパターン形成に使用される極紫外線縮小投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】レーザプラズマや固体レーザ、SR光源等から得られる真空紫外線やX線等の極紫外線を露光々としてパターン形成を行う露光技術では、マスクの精度によって転写性能が左右される等倍方式の欠点に鑑みて、拡大したマスクパターンを縮小してウェハ等の試料に転写する縮小投影露光方式の採用が検討されるようになった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような極紫外線縮小投影露光法(EUVL)では、露光波長が4.4~100nmの領域であるため、光路上にある大気やHe等による光の減衰が著しく、図3に示すように、照明光学系4、マスク5、結像光学系6aや6b、ウェハ等の試料7を含む露光構成を、チャンバ3中で高真空中に保つ必要がある。

【0004】このようなエネルギーレベルの高い極紫外線の照射によってマスク5や上記試料7に熱が発生した場合、高真空中であるため熱の逃げ場がなく、これらの温度が上昇し、露光精度が低下することになる。

【0005】またマスク5や試料7の交換の際、大気圧程度まで一旦開放してからその交換を行うため、作業終了後再び高真空域まで真空引きを行う必要があり、作業効率が低下する。更に上記露光々の照射により試料7のパターン結像面に塗布されたレジスト等が分解し、その分解物が結像光学系6aや6bに到達して付着するため、該光学系が汚染されて反射率が低下し、照度が低下する結果、露光スループットが低下する。

【0006】通常ウェハへの露光は、露光フィールドと呼ばれるある面積でウェハの一部を露光し、該ウェハ

を所定位置に移動させ、別の領域を露光し、再度ウェハの移動を順次繰り返してウェハ全面を露光する。ところが該結像光学系が徐々に汚染されて照度が低下する経時変化のため、ウェハ面内の露光フィールド毎やウェハ毎でレジストに同一露光量を与えることが困難となる。

【0007】またSR光を光源として用いる場合、SR光の発光点の位置が経時変化して、発光点から下流の光学系の所定の位置にSR光が届かず、露光照度の変動する問題がある。

10 【0008】一方上記縮小投影露光法では結像光学系6aや6bに反射光学系が用いられており、露光領域を広げるために同期走査機構8により輪帯照明領域に対するマスク5及び試料7の高精度な同期走査を行う必要がある。しかし高真空中での上述した同期走査は困難を極め、露光精度を更に低下せしめることになる。

【0009】本発明は従来技術の以上のような問題に鑑み創案されたもので、露光精度、露光スループット、作業効率の低下を来すことのない極紫外線縮小投影露光装置の構成を提案せんとするものである。

20 【0010】

【課題を解決するための手段】そのため本発明の極紫外線縮小投影露光装置の構成は、図1に示されるように、露光々に極紫外線の用いられる照明光学系4が配置される空間と露光パターンの描かれたマスク5が配置される空間との間、上記露光パターンを縮小投影しながら結像せしめる結像光学系6a、6bが配置される空間と該マスク配置空間との間、縮小投影による上記パターンの結像面を有する試料7が配置される空間と該結像光学系配置空間との間に、差動排気機構1又は薄膜窓2の少なくとも一つを設け、これらの空間の間を分離したことを基本的特徴としている。

【0011】また上記構成に加え、露光領域を広げるために輪帯照明領域に対するマスク5及び試料7の高精度な同期走査を行う同期走査機構8を更に設けた構成も併せて提案する。

40 【0012】雰囲気圧力が変動すると、該雰囲気中の光路における露光々の減衰率が変化するため、試料面に到達する露光々の強度が変動する。そのため、図2に示されるように、マスク配置空間及び／又は試料配置空間に圧力センサ13a、13bを設け、圧力センサ13a、13bと同期走査機構8とを連係制御させることで、雰囲気圧力の変動に応じてマスク5及び試料7の移動速度を変化させて、一試料の全面、或いは2以上の試料間における照射面に到達する露光々の強度が常に同じになるように制御し、このような構成によって更に高精度な露光量の制御を行うことができる。

50 【0013】一方上記構成に加え、図2に示されるように、光路途中にビームモニタ11a(11b、11c、11dについても同じ)を設け、更に該ビームモニタ11aと照明光学系4a及び／又は4bとを連係制御させ

ること、SR発光点の位置の経時的変動に追従させることができるようになり、露光照度を安定化させることができる。

【0014】更に同図に示すように、薄膜窓21の前後に少なくとも一対のビームモニタ11b、11c、11dを設ければ、薄膜窓21前後の光強度差の経時変化を調べることによって薄膜窓21の汚れや破損を確認でき、薄膜窓21の交換時期を正確に知ることができる。

【0015】加えて薄膜窓21の前後に窓付きゲートバルブ10を設けると、該薄膜窓21の交換の際、前後のゲートバルブ10を閉じることで、この薄膜窓21の近傍の空間のみ大気圧にすることができるようになる。

【0016】これらの構成については、マスク配置空間と試料配置空間とを同一空間としてその構成を組み立てても良いし、また照明光学系配置空間と結像光学系配置空間とを同一空間としてその構成を組み立てても良い。

【0017】

【作用】これらの構成では、照明光学系配置空間とマスク配置空間との間、結像光学系配置空間と該マスク配置空間との間、試料配置空間と該結像光学系配置空間との間に、差動排気機構1や薄膜窓2で構成される雰囲気乃至雰囲気圧の分離機構が導入されることになる。そのため、照明光学系配置空間と結像光学系配置空間とは排気系9a、9bによって高真空に保たれる一方で、マスク配置空間と試料配置空間とは大気圧又は減圧雰囲気調整でき、このような雰囲気中でのマスク5への照明及び試料7への露光が可能となる。

【0018】尚上記構成中、照明光学系4の構成としては、レーザプラズマや固体レーザ、SR光源等から得られる真空紫外線やX線等の極紫外線を露光々とする場合に用いられる透過・反射型の光学系で構成されており、例えば凸面と凹面の組み合わせた2面の非球面反射光学系等がある。マスク5の構成としては、上記露光々に対応した構成が用いられており、例えば露光々が波長5nmであればSiC基板上にクロム(Cr)とカーボン(C)を夫々1.2nm、1.2nmの厚さで交互に数十層重ねた多層膜を形成し、ドライエッチングにより多層膜を加工してマスクパターンとしたものが用いられる。結像光学系6a、6bの構成としては、上記露光々の減衰率の少ない反射光学系(例えば5nm露光々用には膜厚1.2nmのCrと1.2nmのCが交互に百数十層ずつ積層された多層膜が蒸着しているものが用いられる)で構成され、凸面構成及び凹面構成等の組み合わせでマスクパターンの縮小投影ができるようになっている。試料7の構成としては、半導体ウェハ等の構成が用いられ、その結像面側には上記露光々に感光するレジスト[例えばSR光用のAZ-PN100(ヘキスト社製)]等が塗布されている。差動排気機構1は公知の差動排気構成が利用可能であり、例えば光路方向に複数段の狭い空間が設けられ、それらの空間にスリット乃至管

で接続された他側でロータリポンプ、ターボ分子ポンプ、クライオポンプ、イオンポンプ等の真空ポンプが設置される構成が使用可能である。薄膜窓2の構成は、露光々が透過可能で且つ透過減衰率のできるだけ低い材質(例えば露光波長が5nmの場合、ダイヤモンド薄膜やダイヤモンドとアモルファスカーボンの積層膜)で構成され、光路上で十分露光が可能な程度の面積にした場合に、その両面の差圧に十分耐えられる可能な限り薄い構成のものが良い。

10 【0019】

【実施例】以下本発明の一実施例につき説明する。図1はSR光縮小投影用の露光装置である本願第5発明に係る実施例構成を示す装置概要図であり、3は本露光装置の構成が設置されたチャンバ、4はSR光の照明光学系、5はSR光用露光マスク、6a及び6bはSR光縮小投影用結像光学系、7は結像面にレジストの塗布された試料たるウェハ、8はマスク5及びウェハ7の同期走査機構、9a及び9bは排気系を各示している。

20 【0020】本実施例では、照明光学系配置空間とマスク配置空間との間、該マスク配置空間と結像光学系配置空間との間、該結像光学系配置空間とウェハ配置空間との間の夫々に差動排気機構1や薄膜窓2で構成される雰囲気乃至雰囲気圧の分離機構が設けられている。

30 【0021】そして上記差動排気機構1の構成は、光路方向に各3段#1～#3及び#4～#6の狭い空間が設けられ、それらの空間に開放される円弧状スリット及びそれに続く管で接続され、他側で除振設備(図示せず)を有しているロータリポンプ及びターボ分子ポンプが設置された構成からなり、照明光学系配置空間とマスク配置空間との間、及び該マスク配置空間と結像光学系配置空間との間に設けられる差動排気機構1は一つの構成#1～#3で兼ねられている。

40 【0022】薄膜窓2の構成は、SR光の内5nm近傍の光が透過可能で且つ透過減衰率のできるだけ低い材質であるダイヤモンドとアモルファスカーボンの積層膜で構成され、光路上で十分露光が可能な程度の面積にした場合でも、これらの片面側における差動排気のために殆ど差圧がかからないので、§1～§3とも100nmと極めて薄くできる。

50 【0023】上記照明光学系4は、裏面より冷媒流路を有する反射鏡保持器(図示せず)に固定されている。またその構成は、鏡面研磨された石英反射鏡からなり、SRリング(図示なし)から放射されたSR光を斜入射角4度でその鏡面で反射せしめて、§1の薄膜窓2を透過させ、該放射光を#1～#3の差動排気機構1の空間を通過させて、マスク5に照射せしめている。尚照明光学系配置空間の出口近傍には上述の排気系9aが設けられ、SRリングの真空域と略同様な高真空が保たれている。

【0024】マスク5は、SiC基板上にクロム(C

r)とカーボン(C)を夫々1.2nm、1.2nmの厚さで交互に150層重ねた多層膜を形成し、ドライエッチングにより多層膜を加工してマスクパターンとしたものが用いられている。このマスク配置空間にはHeガス雰囲気を満たされており、常に1気圧になるように管理されている。また上記マスクパターンの設けられた面と

【0025】結像光学系6a及び6bは照明光学系4と同様に、裏面より冷媒流路を有する反射鏡保持器(図示せず)に固定されており、ここでは凸面構成(6a)及び凹面構成(6b)の組み合わせでマスクパターンの縮小投影ができるようになっている。該結像光学系6には、マスク5と同様に直入射近傍で波長5nmの軟X線が効率よく反射するように膜厚を調整したCrとCが交互に150層ずつ積層された多層膜が蒸着している。尚この結像光学系配置空間には上述の排気系9bが設けられ、上記差動排気機構1及び薄膜窓2の構成による雰囲気圧の分離機構の構成も手伝って、 10^{-8} Torrの真空度に保たれている。

【0026】ウェハ7は、シリコンウェハで構成されるものが用いられ、その結像面側には縮小投影されて進入してくるSR光に感光するAZ-PN 100(ヘキスト社製)のレジストがスピンコートされている。このウェハ配置空間にもHeガス雰囲気が満たされており、同様に常に1気圧になるように管理されている。また上記レジスト塗布側の面と#6の差動排気機構1の壁面との間隙は1mmである。

【0027】同期走査機構8は、露光領域を広げるために輪帯照明領域に対するマスク5及びウェハ7の高精度な同期走査を行うマスク駆動装置8a及びウェハ駆動装置8bの他、制御系8cを有する装置構成であり、これによりマスク5とウェハ7は同一方向に移動するが、前記結像光学系6a及び6bによる縮小投影分、マスク5の移動量に対してウェハ7の移動量は小さくなる。即ちマスクとウェハは縮小率に応じた速度比で移動する。

【0028】上記本実施例構成で、照明光学系4から入射されてきたSR光は、§1の薄膜窓2を透過して、#3～#1の差動排気機構1の壁面に夫々設けられた開口部を通してマスク5のパターン形成面に照射される。そしてマスクパターンに応じてコントラストの異なる状態で反射された上記放射光は、更に同じく#1～#3の差動排気機構1の壁面の開口部を通過し、§2の薄膜窓2を透過して前記結像光学系6aに至る。放射光はその凸反射鏡面で反射され、向かい側の結像光学系6bの凹反射鏡面に至り、その間に上記マスクパターンが縮小投影された状態になって該凹反射鏡面から反射される。その後該放射光は、§3の薄膜窓2を透過し、#6～#4の差動排気機構1の壁面開口部を通過して、ウェハ7のレジスト塗布面に照射され、前記マスクパターンを結像せしめる。この照射によってウェハ7に到達する露光々は

波長5nm近傍のX線である。また以上の照射の最中に同期走査機構8は、マスク5とウェハ7を上述のように同期走査させて、その露光量域を広げるようにこれらを移動せしめる。

【0029】また上述の差動排気機構1の各空間は、夫々の差動排気により、#1と#4が10Torr、#2と#5が 0.01 Torr、#3と#6が 10^{-5} Torrの真空度になるよう制御され、それらの作用と前記排気系9bによって結像光学系配置空間は前述のように 10^{-8} Torrの真空度に調整されている。

【0030】本実施例構成による特有な作用効果は、マスク5及びウェハ7の各配置空間がHe雰囲気で満たされ、且つ1気圧に制御された状態であるので、これらマスク5及びウェハ7の温度上昇も起こらず、高い露光精度が実現できると共に、同期走査機構8によるマスク5及びウェハ7の同期走査も高精度に実施できる。またマスク配置空間及びウェハ配置空間におけるHe雰囲気中の1mm光路長及び1気圧の雰囲気圧による5nmの露光々の減衰は10%未満と少なかった。更に§1～§3の各薄膜窓2の厚さは、上記#1～#6の差動排気機構1の差動排気により殆ど差圧がかからないので、上述のように100nmと極めて薄くでき、露光々の減衰が更に小さくでき、結果的に露光強度が大きくなるので、露光スループットが稼げることとなった。加えて結像光学系配置空間の真空度が 10^{-8} Torr台に保たれ、且つ#2と#3の薄膜窓2によりマスク配置空間やウェハ配置空間と分離されているので、レジスト等の分解物による該光学系の汚染がない。

【0031】次に本発明の別の実施例につき説明する。図2はSR光縮小投影用の露光装置である本願第6乃至第9発明に係る実施例構成を示す装置概要図であり、3は本露光装置の構成が設置されたチャンバ、4a、4bはSR光の照明光学系、5は露光マスク、6a及び6bは縮小投影用結像光学系、7は結像面にレジストの塗布された試料たるウェハ、8はマスク5及びウェハ7の同期走査機構、9a及び9bは排気系、10は窓付きゲートバルブ(図2ではバルブが閉の状態を図示している)、11a、11b、11c、11dはビームモニタ、12は照明光学系4bを所定の位置および角度に設定するための連係制御系、13a、13bは圧力センサ、22は薄膜フィルタを各示している。

【0032】本実施例では、照明光学系配置空間とマスク配置空間との間、該マスク配置空間と結像光学系配置空間との間、該結像光学系配置空間とウェハ配置空間との間の夫々に差動排気機構1や薄膜窓21で構成される雰囲気乃至雰囲気圧の分離機構が設けられている。

【0033】そして上記差動排気機構1の構成は、光路方向に各3段#1～#3及び#4～#6の狭い空間が設けられ、それらの空間に開放される円弧状スリット及びそれに続く管で接続され、他側で除振設備(図示せず)

を有しているロータリポンプ及びターボ分子ポンプが設置された構成からなり、照明光学系配置空間とマスク配置空間との間、及び該マスク配置空間と結像光学系配置空間との間に設けられる差動排気機構1は一つの構成#1～#3で兼ねられている。

【0034】薄膜窓21の構成は、SR光が透過可能で且つ透過減衰率のできるだけ低い材質である窒化ケイ素(SiN)膜で構成され、光路上で十分露光が可能な程度の面積にした場合でも、これらの片面側における差動排気のために殆ど差圧がかからないので、§11は～§13とも100nmと極めて薄くできる。薄膜フィルタ22は100nm厚の窒化ケイ素膜と500nm厚のベリリウム(Be)膜の積層膜であり、光軸から退避移動できるようになっている。ベリリウム(Be)膜によりSR光の可視光および紫外線成分をカットする。薄膜フィルタ22は必要に応じて露光装置の複数の場所に設けてもよい。

【0035】上記照明光学系4a及び4bは裏面より冷媒流路を有する反射鏡保持器(図示せず)に固定されており、ここでは鏡面研磨された白金(Pt)反射鏡が図示されている。照明光学系4bは、SRリング(図示なし)から放射されたSR光を斜入射でその鏡面で反射せしめて、照明光学系4aの所定の位置にSR光を送る。照明光学系4bの前後にはSR光の位置とエネルギー強度を検出できるビームモニタ11aが設置されている。ビームモニタ11aは光軸から退避移動できるようになっている。照明光学系4bには、SR光の発光位置が変動しても、照明光学系4aの所定の位置にSR光を送ることができるように、このビームモニタ11aで検出された位置に応じて白金反射鏡が所定の位置および角度になるような連係制御系12が設けられている。通常、レジストの塗布された試料たるウェハにマスクのパターンを焼き付ける前、即ち露光する前に、ビームモニタ11aでSR光の位置を確認し、所定の位置にSR光が来るように照明光学系4bを調節する。そしてビームモニタ11aを光軸から退避して露光を行い、露光と露光の間、例えばウェハの交換時間に再度、ビームモニタ11aでSR光の位置を確認する。これらの操作を繰り返すことにより、SR光の発光点の変動に対して追従できる。

【0036】またビームモニタは照明光学系4bの前後のみだけでなく、SR光発光点近傍、マスク面近傍、ウェハ面近傍、薄膜窓22の前後に設置してもよい。例えば薄膜窓22の前後にビームモニタ11b、11c、11dを設け、薄膜窓前後の光強度差の経時変化を調べることにより薄膜窓の汚れや破損を確認でき、薄膜窓の交換時期を正確に知ることができる。

【0037】上記照明光学系4aは、図面では鏡面研磨された石英反射鏡からなり、該照明光学系4aは、照明光学系4bから反射してきたSR光を斜入射角4度でそ

の鏡面で反射せしめて、§11の薄膜窓21を透過させ、薄膜22フィルタ、該放射光を#1～#3の差動排気機構1の空間を通過させて、マスク5に照射せしめている。尚照明光学系配置空間の出口近傍には上述の排気系9aが設けられ、SRリングの真空域と同様な高真空が保たれている。

【0038】薄膜窓21の前後に窓付きゲートバルブ10が配置されている。窓付きゲートバルブ10の窓は厚さ5mmの石英の板である。図2では窓付きゲートバルブ10が閉の状態を示しているが、露光の際は開の状態を使用する。該薄膜窓21の前後に窓付きゲートバルブ10が配置されていると、薄膜窓21を交換する際、薄膜窓21の近傍の空間のみ大気圧にできる。また薄膜窓21を交換する際、SR光が薄膜窓21の所定の位置を通過するように薄膜窓21及び照明光学系4bを調節しておく必要があるが、薄膜窓21の前後に石英窓付きゲートバルブ10が配置されているので、該バルブ10が閉の状態ではSR光の可視光領域を用いて光軸出しを行い、SR光が薄膜窓21の所定の位置を通過するように薄膜窓21及び照明光学系4bを調節できる。

【0039】マスク5は、石英基板上にモリブデン(Mo)とケイ素(Si)を夫々2.7nm、4nmの厚さで交互に60層重ねた多層膜が形成され、その最上層に所定の構造を有する厚さ100nmの金(Au)の吸収体パターンが配置されている。このマスク配置空間には圧力センサ13aが設置されていて、Heガス雰囲気を満たされており、常に100Torrの圧力になるように管理されている。また上記マスクパターンの設けられた面と#1の差動排気機構1の壁面との間隙は0.5mmである。

【0040】結像光学系6a及び6bは、マスク5と同様に直入射近傍で最大の反射率を与える波長が13nm近傍の軟X線となるように一層当りの膜厚を調節したMoとSiを交互に60層重ねた多層膜を蒸着している反射光学系のものが用いられ、前記照明光学系4a及び4bと同様に、裏面より冷媒流路を有する反射鏡保持器(図示せず)に固定されており、本実施例では凸面構成(6a)及び凹面構成(6b)の組み合わせでマスクパターンの縮小投影ができるようになっている。尚この結像光学系配置空間には上述の排気系9bが設けられ、上記差動排気機構1及び薄膜窓21の構成による雰囲気圧の分離機構の構成も手伝って、 10^{-8} Torrの真空度に保たれている。

【0041】ウェハ7は、シリコンウェハで構成されるものが用いられ、その結像面側には縮小投影されて進入してくるSR光に感光するSAL601(シブレイ社製)のレジストがスピンコートされている。このウェハ配置空間にも圧力センサ13aが設置されていて、Heガス雰囲気を満たされており、同様に常に100Torrの圧力になるように管理されている。また上記レジス

ト塗布側の面と#6の差動排気機構1の壁面との間隙は0.5mmである。

【0042】同期走査機構8は、露光領域を広げるために輪帯照明領域に対するマスク5及びウェハ7の高精度な同期走査を行うマスク駆動装置8a及びウェハ駆動装置8bの他、制御系8cを有する装置構成であり、これによりマスク5とウェハ7は同一方向に移動するが、前記結像光学系6a及び6bによる縮小投影分、マスク5の移動量に対してウェハ7の移動量は小さくなる。即ちマスクとウェハは縮小率に応じた速度比で移動する。

【0043】またウェハ面に到達する露光々の強度はウェハの移動速度に依存する。マスク配置空間およびウェハ配置空間の雰囲気圧力は圧力センサ13a、13bでモニタされている。雰囲気圧力が変動すると、He雰囲気中の0.5mmの光路長における露光々の減衰率が変化するため、ウェハ面に到達する露光々の強度が変動する。圧力センサ13a、13bは同期走査制御系8cと連係しており、雰囲気圧力の変動に応じてマスク駆動装置8a及びウェハ駆動装置8bの移動速度を変化させて、複数枚のウェハ間、一枚のウェハに形成される複数のチップ間におけるウェハ面に到達する露光々の強度が常に同じになるように制御する。さらに同期走査制御系8cとビームモニタ11を連係し、露光々の強度に応じてマスクとウェハの移動速度を変えることもできる。ここでビームモニタ11の位置はウェハのできるだけ近いものが望ましい。

【0044】上記本実施例構成で、照明光学系4から入射されてきたSR光は、§11の薄膜窓21を透過して、#3～#1の差動排気機構1の壁面に夫々設けられた開口部を通り、更に薄膜フィルタ21を透過して、マスク5のパターン形成面に照射される。そしてマスクパターンに応じてコントラストの異なる状態で反射された上記放射光は、更に同じく#1～#3の差動排気機構1の壁面の開口部を通過し、§12の薄膜窓21を透過して前記結像光学系6aに至る。放射光はその凸反射鏡面で反射され、向かい側の結像光学系6bの凹反射鏡面に至り、その間に上記マスクパターンが縮小投影された状態になって該凹反射鏡面から反射される。その後該放射光は、§13の薄膜窓21を透過し、#6～#4の差動排気機構1の壁面開口部を通過して、ウェハ7のレジスト塗布面に照射され、前記マスクパターンを結像せしめる。この照射によってウェハ7に到達する露光々は波長13nm近傍のX線である。また以上の照射の最中に同期走査機構8は、マスク5とウェハ7を上述のように同期走査させて、その露光量域を広げるようにこれらを移動せしめる。

【0045】また上述の差動排気機構1の各空間は、夫々の差動排気により、#1と#4が1 Torr、#2と#5が0.01 Torr、#3と#6が 10^{-5} Torrの真空度になるよう制御され、それらの作用と前記排気

系9bによって結像光学系配置空間は前述のように 10^{-5} Torrの真空度に調整されている。

【0046】本実施例構成による特有な作用効果は、マスク5及びウェハ7の各配置空間がHe雰囲気で満たされ、且つ100 Torrに制御された状態であるので、これらマスク5及びウェハ7の温度上昇も起こらず、高い露光精度が実現できると共に、同期走査機構8によるマスク5及びウェハ7の同期走査も高精度に実施できる。またマスク配置空間及びウェハ配置空間におけるHe雰囲気圧力100 Torrで0.5mm光路長における13nmの露光々の減衰は20%未満と少なかった。更に§11～§13の各薄膜窓21の厚さは、上記#1～#6の差動排気機構1の差動排気により殆ど差圧がかからないので、上述のように100nmと極めて薄くでき、露光々の減衰が更に小さくでき、結果的に露光強度が大きくなるので、露光スループットが稼げることとなった。加えて結像光学系配置空間の真空度が 10^{-5} Torr台に保たれ、且つ#2と#3の薄膜窓21によりマスク配置空間やウェハ配置空間と分離されているので、レジスト等の分解物による該光学系の汚染がない。またビームモニタ11aでSR光の位置を確認し、所定の位置にSR光が来るように照明光学系4bを調節しているので、SR光発光点の位置の変動による下流の光学系へのSR光の位置が変わらず、照度の変化はない。薄膜窓21の前後にビームモニタ11b、11c、11dを設け、薄膜窓前後の光強度差の経時変化を調べているので、薄膜窓の汚れや破損を確認でき、薄膜窓の交換時期を正確に知ることができる。薄膜窓21の前後に窓付きゲートバルブ10が配置されているので、薄膜窓21を交換する際、該薄膜窓21の近傍の空間のみ大気圧にできる。薄膜窓21を交換する際、SR光が薄膜窓21の所定の位置を通過するように薄膜窓21及び照明光学系4bを調節するために、該バルブ10が閉の状態ではSR光の可視光領域を用いて光軸出しを行い、SR光が薄膜窓21の所定の位置を通過するように薄膜窓21及び照明光学系4bを調節できる。また圧力センサ13a、13bを同期走査制御系8cと連係して設けることにより、雰囲気圧力の変動に応じてマスク駆動装置8a及びウェハ駆動装置8bの移動速度を変化させて、ウェハ毎、露光フィールド毎におけるウェハ面に到達する露光々の強度が常に同じになるように制御できる。

【0047】尚、二つの実施例では、光源としてSR光の場合を説明したが、レーザプラズマや固体レーザを光源として用いた場合でも同様な効果が得られるのは言うまでもない。

【0048】

【発明の効果】本発明に係る極紫外線縮小投影露光装置によれば、露光精度、露光スループットが向上し、またマスク、試料、薄膜窓の交換に伴う露光作業効率の低下も来すことがなくなることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】SR光縮小投影用の露光装置である本願第5発明に係る実施例構成を示す装置概要図である。

【図2】SR光縮小投影用の露光装置である本願第6乃至第9発明に係る実施例構成を示す装置概要図である。

【図3】従来の極紫外線縮小投影露光装置構成を示す概略図である。

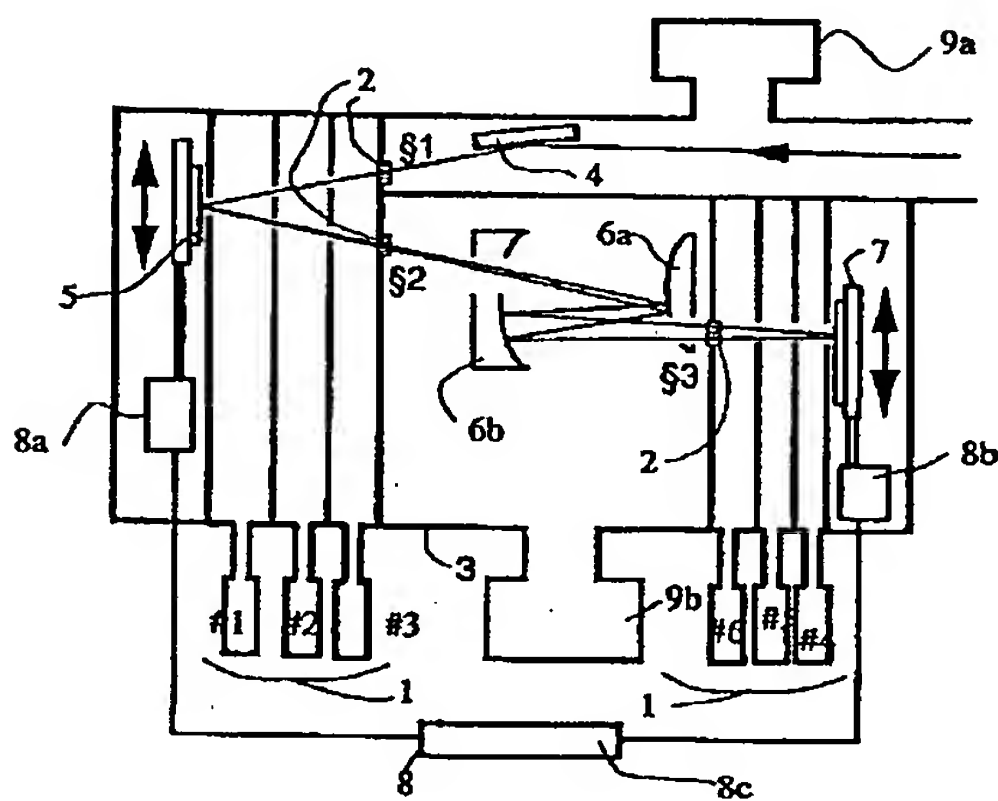
【符号の説明】

- 1 差動排気機構
2、21 薄膜窓
3 チャンバ
4 照明光学系

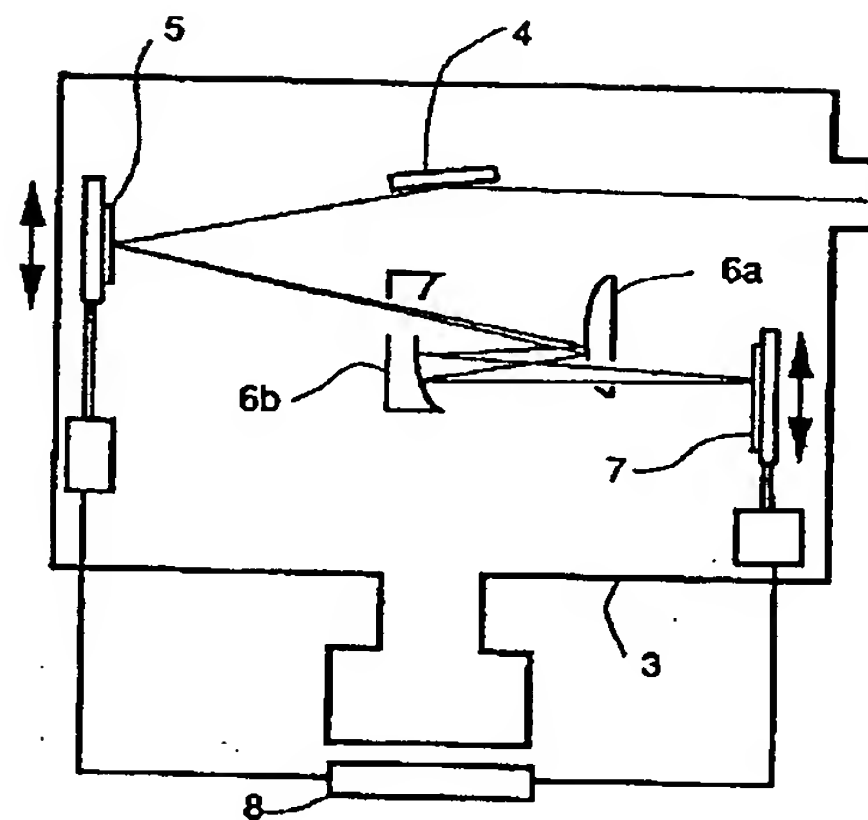
- * 5 マスク
6a、6b 結像光学系
7 ウェハ
8 同期走査機構
9a、9b 排気系
10 窓付きゲートバルブ
11a、11b ビームモニタ
11c、11d “
12 連係制御系
10 13a、13b 圧力センサ
22 薄膜フィルタ

*

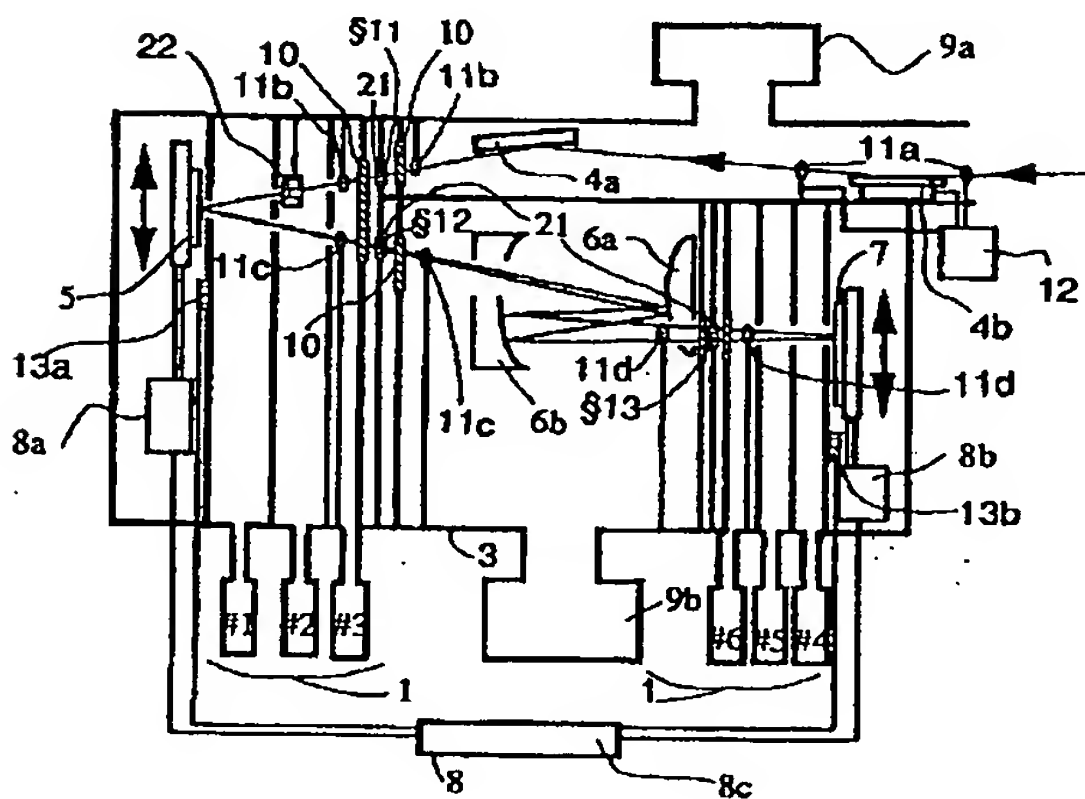
【図1】



【図2】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成7年1月17日

【手続補正1】

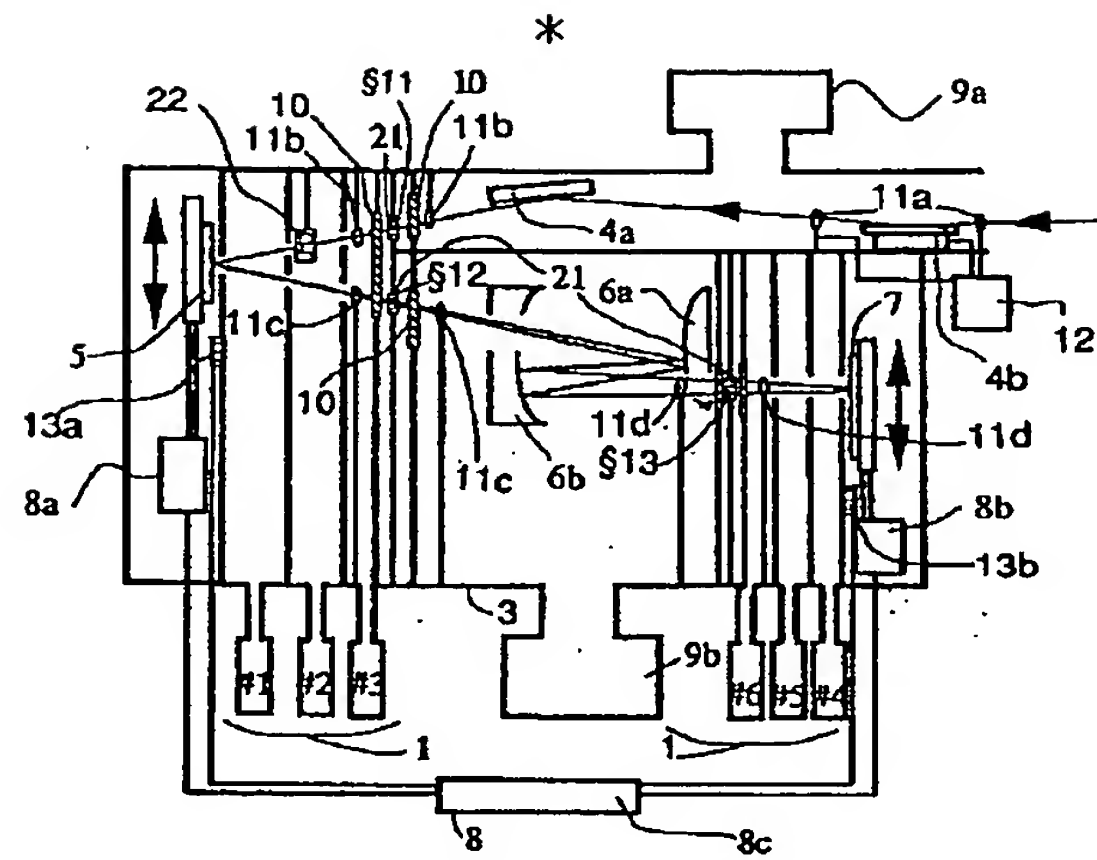
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

*【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】



【手続補正2】

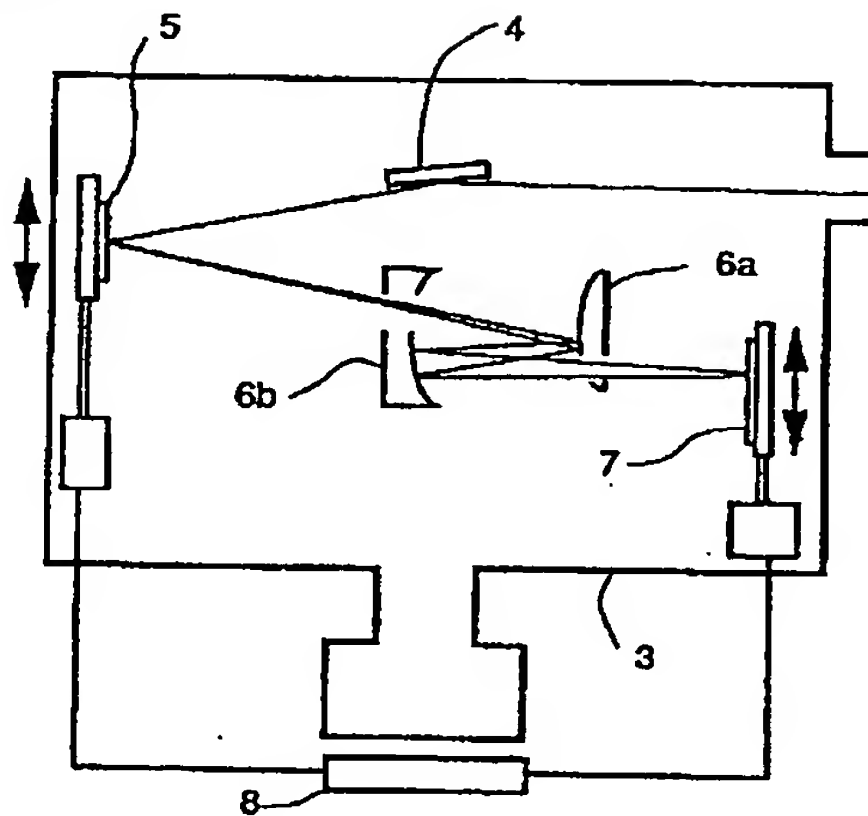
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

G 0 3 F 7/20

識別記号

5 2 1

片内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/30

5 2 9